

Trädgårds *nytt*

Artiklar i urval 2022-2023



Ogräs och jordhälsa



Svenska
Trädgårds-
förbundet

Förändrat klimat kräver förnyat

Lövsprickningen sker nu i regel 12 dagar tidigare än vad den gjorde i mitten av 1800-talet. December har blivit nästan 5 grader varmare under de senaste 100 åren. Globalt har de senaste åtta åren varit de genom tiderna varmaste åren under hela den period som temperaturmätningar gjorts.

Att klimatet förändras är ett faktum, men vad innebär det i praktiken för trädgårdsbranschen. Kommer vi att få nya ogräs, växtsjukdomar och skadegörare? Hur blir det med nya odlingsväxter?

Ar 2022 åstadkom extrema väderförhållanden skador över hela världen bland annat i Indien och Pakistan, i Storbritannien och Sydamerika. Värmeböljorna var så kraftiga att de sannolikt inte skulle ha förekommit utan klimatförändringen. I augusti var nederbörden tredubbel jämfört med den normala – på vissa områden upp till sju- eller åttafaldig. Troligtvis förstärker det varmare klimatet också monsunregnen.

Medeltemperaturen i Finland har sedan mitten av 1800-talet stigit med upp till 2,3 C enligt vissa uppskattningar. Det inkluderar en mätavvikelse på +/-0,4 grader, men ökningen är i alla fall statistisk betydande. Avvikelsen beror bland annat på glesa mätresultat i början av tidsserien.

Ökningen har varit störst under början av vintern, speciellt i december, då ökningen är nästan 5 grader. Minst har temperaturen stigit i slutet av sommaren, endast 0,7 grader.

I mäthistorien finns också stora skillnader, så som de verkligt kalla vintrarna 1985 och 1987 och de varma somrarna i mitten av 1930-talet.

Främmande arter gör sig hemmastadda

Det varmare klimatet märks i förändringar i naturen. Lövsprickningen har under åren 1846–2005 flyttats fram med hela 12 dagar.

I vårt land följer vi noga med hur främmande arter etablerar sig. Uppdaterad information finns på portalen <https://viesraslajit.fi/lajit> också på svenska. Där kan man anmäla egna observationer angående både växter och djur.

För trädgårdsodlingen betyder det varmare klimatet att ogräsarterna blir fler. Det beror på att då den värmsomma som krävs, för att ogräsens frön skall mogna, överskrids under flera år i rad kan dessa sorter bilda en permanent fröbank i marken.

Ogräs och jordhälsa

Den här artikeln ingår i en serie som produceras med bidrag från Nikolai och Ljudmila Borisoffs trädgårdsstiftelse.

Framtidsscenarier

Det vanliga scenario som används för att förutse ändringar kallas RCP 4.5. Det innebär att klimatpolitiken delvis lyckas.

Koldioxidutsläppen fortsätter att öka en aning de närmaste åren, men börjar sjunka omkring år 2040. I slutet av århundradet minskar halterna och då finns det ungefär dubbelt så mycket CO₂ i atmosfären som då den industriella eran startade.

I södra Finland kommer klimatförhållandena om 20–30 år att motsvara de som nu råder kring södra delarna av Östersjön i fråga om värmsummor och förutsättningar för ogräsarter. Ogräsfröna kommer hit via olika fröblandningar, men också via bilar, lastflak och med människans hjälp. Bland nya arter som redan förekommer kan nämnas renkavle, (*Alopecurus myosuroides*), hönshirs (*Echinochloa crus-galli*) och svinamarant (*Amaranthus retroflexus*).

I portalen för främmande arter finns också en del nya skadegörare som identifierats i Finland, till exempel coloradoskalbagge på potatis. Olika former av bladfläckssjukdomar har redan ökat. De första symtomen uppträder allt tidigare under växtsäsongen.

Färre verksamma ämnen i fortsättningen

Då skadegörarna blir fler ökar behovet av nya bekämpningsmedel. Man kan också tänka att då angreppen börjar allt tidigare under växtsäsongen leder det till att flera bekämpningsomgångar behövs.



Spikklubba är en annan giftig nykomling som också än så länge sällsynt i Finland. Den växer främst på dar. Spikklubba är en dekorativ växt, men kan bli

De senaste åren har visat att många skadegörare blivit resistenta mot olika verkamma ämnen. Att lösa växtskyddsproblemen kommer att vara en av de stora frågorna för livsmedelsproduktionen i framtiden.

För tillfället utreds inom EU:s område möjligheterna att dra bort cirka 75 olika effektiva ämnen från jordsbruksanvändning. Om utbudet krymper kraftigt har ogräsbestånden större möjligheter att växa till sig och det innebär stora minskningar i skördarna. Det har uppskattats att havreskördarna minskar med 18 %, kornskördarna med 34 %, rågskördarna med 17 % och potatisskördarna med upp till 50 %. Bladsjukdomar och brunröta på potatis skulle bli nästan omöjliga att bekämpa. På grönsaker och bär blir först kvaliteten lidande och därefter också skördemängderna.

Fördel för norra Europa?

Det uppskattas att de nuvarande huvudsakliga odlingsområdena i Europa kommer att lida mer av torka i framtiden, medan de norra delarna av Europa blir viktigare produktionsområden.

I södra Finland och på västkusten är den termiska odlingsperioden nu 175–185 dygn, när den i det starka jordbrukslandet

växtskydd



hör till familjen potatisväxter, Solanaceae. Växten är impediment, lastningsplatser och förvildade trädgårdproblem i odlingar. Foto: Terho Hyvönen

Polen är närmare 240 dygn. Den effektiva värmesumman för Finlands del förutspås närma sig klimatet i de baltiska länderna.

Tjälén och dess luckrande inverkan på markstrukturen kommer att minska. Dagarna blir dock inte längre, så kommer höstarna att vara varma och fuktiga, men lika mörka som tidigare.

Det blir möjligt att odla växter som kräver en längre växtperiod på friland, men tillväxten kommer inte att vara den samma som under sommarens ljusa dygn. Förhållandena är lämpliga för många växtsjukdomar, men inte för skörd. Nederbörden som tidigare kommit i form av snö kommer allt mer sannolikt som vatten.

Klimatet blir lämpligare för till exempel odling av äpplen. Senare sorter hinner mogna, men hotas fortfarande av de extrema förhållande som är typiska för klimatet i Finland. Frost kan fortsättningsvis förekomma vid blomningen och de strängaste köldperioderna kan orsaka vinterskador och leda till att plantor dör.

Text och foto: Marja Aaltonen, forskare vid Naturresursinstitutet Luke

Nattskatta och Bägarnattskatta ger problem på potatis- och ärtodlingar

Nattskatta och bägarnattskatta är två nykomlingar av familjen Solanaceae som förekommer på Åland och sporadiskt på fastlandet. Båda är giftiga. Frön av de här växterna kan finnas i fröblandningar för fåglar eller vilt och därifrån spridas till odlingar.

Nattskatta (*Solanum nigrum*), på finska mustakoiiso, är en ettårig växt, cirka 20-80 cm hög. Stammen är rak, lite förgrenad, kal eller lätt hårig. Bladen är mörkgröna, spetsigt runda med hel kant. Den blommar under högsommaren med vita blommor som är ungefär 1 cm breda med gula ståndare. Frukten består av runda, svarta bär.

Nattskatta gror först när marktemperaturen är över 15 grader.

I likhet med flera andra potatisväxter har nattskatta en giftig frukt. Båret är 5-10 mm ovalt, som moget svart eller grönt.

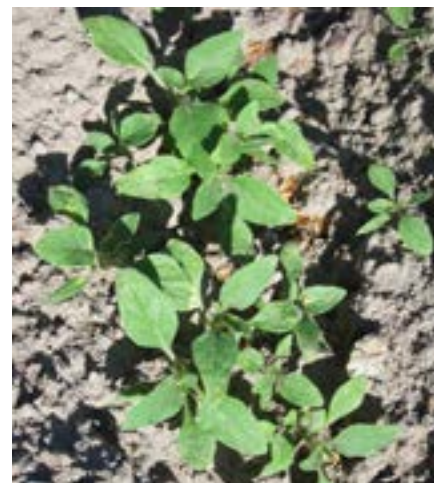
Nattskatta växer på näringsrika, varma platser på till exempel i trädgårdar, impediment och åkrar i södra Finland.

Bägarnattskatta (*Solanum physalifolium*), på finska kehtokoiso, är en nära släkting till nattskattan, men anses var ett större problem på odlingar där den förekommer. Den är än så länge sällsynt i Finland, men har under de senaste 10 åren hittats på odlingar både Tavastland och Satakunda.

Bägarnattskatta är en ettårig växt, cirka 10-90 cm hög. Stammen är rak, lite kantig och hårig. Bladen är gröna, ljusare än nattskatta, spetsigt runda med hel kant. Den blommar under högsommaren med vita blommor som är ungefär 1 cm breda med gula ståndare. Frukten består av runda,



Bägarnattskattans frukter är svåra att skilja från ärter.



Småplantor av nattskatta. Foto: Ulla Heino-nen.

gröna bär. Växten fungerar också värdväxt för potatissjukdomar.

I Sveige är bägarnattskatta ett problem bland annat i ärtodlingar. Bären har samma färg och storlek som konservertorna och kan ej fränskiljas på fabriken.

Både nattskatta och bägarnattskatta är svåra att bekämpa med dagens växtskyddsmedel. Vid Sveriges Lantbruksuniversitet har man vid olika försök konstaterat att om det finns mycket nattskatta i odlingen så är det viktigt att de bekämpas till exempel genom att odla lämpliga förfrukter. Man bör undvika att odla framför allt lök, men även morot på platser med mycket nattskatta. Vidare är det svårt att begränsa nattskatta med råg som skördas som helsäd, följt av oljerättika.

Ett bättre sätt att bekämpa nattskatta är att under ett år odla färskpotatis, mekaniskt bekämpa ogräset genom miniträda under högsommaren och därefter samodla facelia och persisk klöver. I genomsnitt från alla odlingsår, var reduktionen av antalet nattskatta i fröbanken 75 % efter odlingsåret med färskpotatis, miniträda (med 2 falska såbäddar) och facelia samodlad med persisk klöver.

En betydande orsak till att nattskatta och bägarnattskatta har blivit vanligare är att bekämpningsmedlet Afalon inte längre är i bruk.

Källor: jordbruksverket.se

<https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/ekoforsk/2017-2019/nattskatta-och-bagarnattskatta/>

Terho Hyvönen, artiklar i Puutarha&Kauppa 2020 och 2016

Skapa bördiga marker för grönsaker

Att odla grönsaker försvagar ofta markens bördighet. För att produktionsförmågan ska bibehållas krävs det satsningar på markens välmående. Jordförbättringsmaterial och grüngödsling är två alternativ för att förbättra bördigheten och öka självförsörjningsgraden av näringsämnen.

Att upprätthålla odlingsmarkens växtkraft är en del av hållbar växtproduktion och ett medel för att bromsa klimatförändringen. På många grönsaksgårdar försöker man hitta sätt att höja fältens bördighet och öka andelen organiskt material i jorden. De stigande priserna på gödselmedel har också ökat intresset för att öka graden av självförsörjning när det gäller näringsämnen.

Förutom att se till fältens grundkondition går det att förbättra växtkraften till exempel genom att göra odlingsföljden mångsidigare, öka växttäckningen genom att använda fleraåriga växter och fånggrödor, samt genom jordförbättringsämnen. Då man använder dessa metoder vid odling av grönsaker måste man försäkra sig att åtgärderna inte orsakar problem för kvaliteten, kontrollen av skadegörare eller produktsäkerheten.

Jordförbättring och grüngödsel undersöks

I Lukes och Apetit Ruoka Oy:s projekt Viljava vihannesmaa – kestävä tuotanto-projekt (VIIVI) undersöks effekterna av jordförbättring och grüngödsling. Forskningen finansieras av Jord- och skogsbruksministeriets urtvecklingsfond Makera.

År 2021 började man undersöka effekterna av fibertillskott och grüngödsling vid grönsaksodling. Försöken görs vid Luke:s enhet i Pikis och Apetit Oy:s försöksgård i Säkylä. Det första året spred man ut nollfiber (innehåller enbart träfiber) på en del av försöksrutorna (40 ton/ha). Då fibern bryts ner binds lösligt kväve, vilket kompenseras med ett extra kvävetillskott (N30 kg/ha) i samband med spridningen. Vid försöken i Pikis gjordes också en behandling med ett jordförbättringsmedel som förutom fibern innehöll hönsnöddel.

På rutorna såddes havre eller ettårig grüngödselblandning (Ebena-vickerblandning) i början av juni. I början av växtperioden var tillväxten lite långsammare i

de Jordförbättringsfibrer – så som den i försöket använda nollfibern – ökar mikrobaktiviteten i marken. De limämnena som mikroberna utsöndrar förbättrar jordkornens hållbarhet. rutor som fått extra fiber, men skillnaden jämnade ut sig under sommaren. Fibertillskottet inverkar inte på grüngödseln eller havreskörden. Det medförde ingen betydande nackdel för odlingsväxterna under spridningsåret, trots att spridningen gjordes först på våren, mot rekommendationerna. Sommaren 2021 var ovanligt torr, vilket kan ha fördröjt nedbrytningen av fibern.

Grönsaker året efter jordförbättring

Sommaren 2022 odlades grönsaker på försöksområdet – i Pikis lök och i Säkylä spenat. Försöksrutorna från förra året delades i tre delar, som gavs olika mängder kväve. Målet var att få veta hur den fiber eller grüngödsel som tillförts året innan inverkar på grönsakernas kvävebehov.

Fiberbehandlingen inverkar inte på grönsakernas tillväxt eller kväveupptag, vilket visar att också stora mängder organiskt material kan tillföras marken utan att det påverkar skörden. Inte heller grüngödseltäckningen inverkar direkt på skördenivån, men i synnerhet i Pikis verkade det tillgängliga kvävet vara lite större efter grüngödsel än efter havre. Genom att utnyttja grüngödsling är det alltså möjligt att minska användningen av mineralgödsel

Bäst effekt ger grüngödslingen, både när det gäller näringsbalans och markens växtkraft, med fleråriga växtbestånd, då de i allmänhet har betydligt större och kraftigare rötter än ettåriga växter. Vid grönsaksodling föredras vanligen två-åriga, blandade bestånd där mögel och knäpparlarver inte kan spridas sig.

Fältförsöken fortsätter ännu sommaren 2023, då det på de tidigare försöksytorna odlas kål i Pikis och kålrot i Säkylä. På det här sättet får man mer information om de



Att tillföra fiber är ett effektivt sätt att öka andelen 6-7 ton kol. Foto: Terhi Suojala-Ahlfors

– Jordförbättringsfibrer – så som den i försöket använda nollfibern – ökar mikrobaktiviteten i marken. De limämnena som mikroberna utsöndrar förbättrar jordkornens hållbarhet.

långvariga verkningarna av jordförbättringsmedel och grüngödsling.

Jordförbättringsfiber binder kol i marken

I försöken har man också undersökt hur effekterna av jordförbättring påverkar markens fysikaliska egenskaper och näringsbelastning. Jordförbättringsfibrer – så som den i försöket använda nollfibern – ökar mikrobaktiviteten i marken. De limämnena som mikroberna utsöndrar förbättrar jord-



organiskt material i jorden. Om man exempelvis sprider 40 ton fiber per hektar så innehåller den

kornens hållbarhet. Därför minskar erosionen som förorsakas av vatten och den tillhörande urlakningen av näringsämnen. Fibertillskottet har positiva effekter framför allt på leror. Grönsaker odlas ofta på grova mineraljordar där effekterna av erosionen är mindre och det är svårare att minska urlakningen av näringsämnen genom jordförbättring. Preliminära resultat från det här försöket stöder den uppfattningen.

Att tillföra fiber är i alla fall ett effektivt sätt att öka andelen organiskt material i jorden. Om man exempelvis sprider 40 ton/ha så innehåller den 6-7 ton kol. Nollfiber som innehåller enbart träfiber är ett hygieniskt alternativ för grönsaksodlingar, men det binder lösligt kväve då det bryts ner i marken. VIIVI-projektets resultat visar ändå att det inte är negativt för grönsaker om fibern sprids på förväxter. Bäst passar det att sprida nollfiber i samband med att man avslutar ett bestånd med gröngödsel eller annan kväverik växtlighet.

Förutom nollfiber finns det näringsfiber. De innehåller fosfor och lösligt kväve som bör beaktas vid gödning. Framförallt på marker med högt fosforvärde är möjligheterna att använda näringsfiber begränsade på grund av fosforbegränsningarna. Det är också viktigt att komma ihåg att man endast får använda komposterad näringsfiber vid produktion av grönsaker. Då fiber används är det också viktigt att kontrollera kadmiunhalten i produkten, det finns gränsvärden för detta i lagen.

Mera information om jordförbättringsämnen: <https://www.proagria.fi/hankkeet/kipsikuiturakennekalkki#p-svenska>

Text: Terhi Suojala-Ahlfors, Kimmo Rasa, Pirjo Kivijärvi, Riikka Keskinen, Tapio Salo ja Tuukka Huhdanmäki

Tuukka Huhdanmäki arbetar som forskningsagronom på *Apetit Ruoka Oy*. De andra författarna är forskare på *Naturresursinstitutet Luke*.

Trädgårdssiffror

2022 fanns det **3050** företag i branschen. Det är en minskning med nästan 200 företag sedan förra året.

Frilandsarealen var 18 716 hektar och växthusarealen 362 hektar.

De största frilandsgrönsakerna enligt odlingsareal var följande:

4363 trädgårdsärta ha

1584 morot ha

1287 lök ha



Odlingsarealen för rotselleri tiodubblades från 2021 till 2022, 21 resp 218 hektar-

Odlingsarealen för pumpa nästan fördubblades från 2021 till 2022, 38 respektive 72 ha.

Odlingsarealen för bäraronia ökade från 84 ha 2020 till 202 ha 2022.

Skörden enligt kategori

189 miljoner kg **frilandsgrönsaker**, varav **76** miljoner kg **morot**.

20 miljoner kg **bär**, varav **16** miljoner kg **jordgubbar**.

89 miljoner kg **växthusgrönsaker**, varav **50** miljoner kg **växthusgurka** (Drygt 3 miljoner kg mindre än 2021) och **34** miljoner kg **tomat**. (Nästan 4 miljoner kg mindre än 2021). **7** miljoner kg var **specialtomater**.

Källa: Naturresursinstitutet Lukes statistik

Kaj odlar själva jorden för framtiden

Kaj Löfvik i Staversby jobbar långsiktigt med sin odlingsjord. Olika slags organiska restmaterial blir kompost och marktäckning som år för år ökar jordens mullhalt och främjar jordens mikroliv, vilket bidrar till goda och säkra skördar.

Ogräs och jordhälsa

Den här artikeln ingår i en serie som produceras med bidrag från Nikolai och Ljudmila Borisoffs trädgårdsstiftelse.

Kaj Löfvik föser undan gräsklippet som fungerar som täckmaterial över vitlöksbädden. Jorden därunder är fuktig, mörk och grymig. Var man än börjar gräva hittar man mängder av dagmaskar.

För Kaj Löfvik är just jorden något av en passion. Han är född i stan, men på sommarstugan var han tidigt med då hans mamma komposterade. På den tiden fanns inte jordsäckar att köpa på samma sätt som idag.

– Det här med att själv tillverka jord är något som har följt med mig länge. Jag arbetar långsiktigt med jorden. Den är egentligen viktigare för mig att förvalta och förbättra jorden än att alltid få ett perfekt odlingsresultat precis varje säsong, säger Löfvik.

Han är inte yrkesodlare med press på att göra vinst och kan därför ta lätt på lite sämre säsonger.

– Jag är utbildad hortonom och skulle just nu kanske kalla mig småbrukare, säger han.

Han har tidigare också undervisat blivande trädgårdsmästare på nuvarande YA i Österbotten. Tillsammans med hustrun Paula Löfvik odlar han grönsaker och potatis för husbehov vid Paulas hemgård i Staversby, Korsholm. Målsättningen är en så hög självförsörjningsgrad som möjligt. Den odlade ytan ligger någonstans mellan tusen och tusenfemhundra kvadratmeter. Kaj Löfvik visar runt mellan bäddar av pumpa, squash, kålväxter, selleri, olika slags sallat, lök, sparris, jordärtskocka och potatisland. På ett par områden i grönträda växer solros. Dessutom finns det åkermark



Maskar och en mängd andra organismer trivs i den mullrika jorden.

med vall och bete på gården. Jorden är i grunden styv lera, men har med åren blivit väldigt mullrik.

Täckodling håller fukt och hämmar ogräs

Tillbaka till bädden med vitlök, täckt av gräsklipp.

– Se hur fuktig jorden är, fast det inte har regnat nyligen. Det är markfukten som har stigit ända upp till jordytan. Sedan hindrar gräsklippstäcket den från att avdunsta, visar Kaj Löfvik.

Fördelarna med täckodling är många, men just den fukthållande funktionen gynnar särskilt växter med ytliga rotsystem som vitlöken.

I närheten finns en sparrisbädd täckt med hö. Här håller Kaj Löfvik tillbaka ogräset runt sparrisplantorna genom att kontinuerligt fylla på med kartong täckt av hö. Täcket hämmar ogräsets tillväxt och bidrar med mullämnen till jorden vartefter det bryts ner.

– Eftersom det här är en flerårig bädd håller jag den täckt hela tiden. En nackdel är att jorden värms upp senare efter vintern, då solen inte kommer åt att lysa direkt på den. För ettåriga grödor låter jag jorden vara bar tidigt på våren och täcker först senare, konstaterar Löfvik.

Parallellt med täckodlingen använder han också plast på vissa bäddar och gångar, inte minst för att spara arbete.

Två långa kompoststrängar ligger

utbredda precis bredvid odlingarna. Den ena består av gammalt hö och äppelpressrester, den andra av löv och äppelpressrester.

– Det finns ett mysterium i närheten som jag får pressrester från. Höet kommer från vår egen vallodling och löven får jag via min son som jobbar som fastighetsskötare, berättar Löfvik.

Han drömmer om en gammal gödselspridarvagn, där han kunde blanda äppelpress, hö och kanske lite hästgödsel och sedan enkelt köra ut materialet i strängar, men nu jobbar han istället mer i lager på lager för att få materialet någorlunda blandat.

Genom att anlägga kompoststrängarna precis intill odlingsbäddarna är det sedan enkelt att breda ut dem i samband med någon jordbearbetning.

Långsiktig näringstillförsel med stallgödsel

Kaj Löfvik gödslar i princip enbart med stallgödsel.

– Jag tror inte att handelsgödsel har någon direkt negativ inverkan, men den bidrar inte med mat åt markmikroberna och bygger inte upp mullhalten i jorden. Dessutom är den baserad på gruvdrift och framställningen är väldigt energikrävande. Men om jag skulle märka av spårämnesbrist kan jag göra punktinsatser med handelsgödsel, säger Löfvik.

Stallgödseln är varierande till sitt

näringsinnehåll, beroende på djurslag och strö mängd, och därför är det svårare att exakt kontrollera näringstillförseln. Å andra sidan binds näringsämnen mer långsiktigt i en mullrik jord som Löfviks, så att de finns tillgängliga för växternas behov längre fram i stället för att läcka ut som eventuellt överskott.

– Om jag ser tecken på kvävebrist någonstans får jag snabb effekt med gödselvatten, som jag tillverkar av till exempel nässlor eller annat bladgrönt eller också av kodynga som får stå och dra i en stor tunna med vatten.

Han konstaterar att även täckmaterial tillför näring till jorden. Är man van att utfodra djur vet man att fårskt gräs och tidigt skördad ensilage har högst näringsvärde, följt av torr hö, medan halm innehåller lite näring, men mycket kol. På samma sätt kan man, genom val av täckmaterial, påverka hur jorden och markmikroberna

utfodras. Näringsrika täckmaterial gynnar bakteriefloran i marken, medan kolrika täckmaterial gynnar svampfloran.

Vall för växtföljd och som täckmaterial

Om Kaj Löfvik skulle skala upp odlingarna och bli yrkesodlare skulle han åtminstone ta med sig komposteringen och marktäckningen i den mån han får tag på kompost- och täckmaterial.

– I fråga om marktäckningen är insamlingen av material lite av en flaskhals och det tar också tid att breda ut det, men fördelarna överväger ändå, säger Löfvik.

Har man vall i växtföljden får man dubbla fördelar. Dels är vällen en viktig pusselbit i en växtföljd som främjar jordhälsa, dels kan skörden, åtminstone trasiga balar och balar av dålig kvalitet, användas som täckmaterial i grönsaksodlingen.

– För egen del funderar jag på att skaffa

någon maskin som skulle finfördela höet så det blir mer likt gräsklipp. Det skulle underlätta utbredningen, säger Löfvik.

Någon gång har Kaj Löfvik gjort misstaget att täcka med hö som skördats först då gräset gått i frö, vilket lett till ökade ogräsproblem i stället för tvärtom.

I nästan allt som Löfvik gör i sin odling syftar han till att öka markens mullhalt, vilket samtidigt binder kol. På så sätt får han ett rikt och varierat mikroliv i marken som minskar risken för jordbundna sjukdomar och främjar växternas välmående. Han får en lucker, lättodlad jord som håller både vatten och näring längre än mineraljordar och han bidrar till jordens funktion som kolsänka, där kol lagras långsiktigt i bunden form i stället för att frigöras till atmosfären.

Text och foto: Johanna Granlund



Vid sidan av täckodling, kompostering och användning av naturgödsel har Kaj Löfvik dessutom experimenterat med biokol. Han köpte en kolmila av en grillkolstillverkare som skulle avsluta sin verksamhet och har egen, småskalig tillverkning. Biokol bildas genom pyrolys, en förbränning som inte avger någon koldioxid. Biokolet bryts inte ner i marken, utan kolet förblir bundet under väldigt lång tid. Biokol kan dessutom "laddas" med näring från till exempel nässelvatten eller urin.

Den goda jorden – grunden för

En välmående jord går lätt att arbeta med och ger god avkastning. Ekologiska jordbrukaren Jonas Kackur berättar om hur han och kollegan Mats Björklund gör för att främja jordhälsan – åtgärder som är tillämpbara också i en grönsaksodlares växtföljd eller i mindre skala i hemträdgården.

Ogräs och jordhälsa

Den här artikeln ingår i en serie som produceras med bidrag från Nikolai och Ljudmila Borisoffs trädgårdsstiftelse.

Jonas Kackur i Östensö, Pedersöre, odlar ekologiskt spannmåls- och valutsäde. Potatis odlas också på gården i mindre skala. Kackur samarbetar med en annan östensöjordbrukare, Mats Björklund, på så sätt att de i praktiken odlar de två gårdarnas åkrar gemensamt och delar på allt arbete. Vid sidan om odlingssamarbetet har Mats Björklund dessutom dikor för köttproduktion.

Jorden på åkrarna består till största delen av finmo. Dessutom finns en del grovmo och en liten andel momorän och lättlera. För att ta hand om jorden och främja en god jordhälsa jobbar Jonas Kackur och Mats Björklund mycket med växtföljd, bottengrödor, mångfald och kontinuerligt växttäckte. De försöker se till att åtminstone inte minska mullhalten i jorden och att bearbeta och packa jorden så lite som möjligt.

– Vi är kanske inga nördar då det kommer till jordhälsa, men visst finns det med i tankarna i det mesta vi gör, säger Kackur.

Växtföljden avgörande

Växtföljden på gården byggs ofta upp med sådd i tre-fyra år, följt av minst två år vall. Jonas Kackur ger ett exempel på en lyckad växtföljd som var ännu mer mångsidig än den ovan nämnda grundprincipen:

– Vi tog över ett skifte med mångårig vall. Första och andra året odlade vi spannmål, tredje året ärter, fjärde året korn med insädd av höstryps, femte året höstryps och

sjätte året korn med insädd av vall.

Han konstaterar att de dessutom ofta använder olika former av bottengrödor.

– I fjol sådde vi till exempel mycket vitklöver som bottengröda. Klöver ger ett visst kvävetillskott och fungerar liksom alla bottengrödor som marktäckning, berikar mikrolivet i jorden och främjar mullhalten då den bryts ner, säger Kackur.

Ärter och andra baljväxter är egentligen optimala att försöka få in i växtföljden så mycket som möjligt, men flera olika faktorer begränsar användningen.

– De trivs inte på alla jordar och föredrar ganska högt pH-värde. Ärter och bönor hör dessutom till de växter som man ska undvika att ha på samma plats flera år. Det rekommenderas att man odlar dem max vart sjunde år på samma skifte, annars riskerar man att få in till exempel ärtrottröta.

En mångsidig växtföljd är av stor vikt för jordhälsan och därmed också för odlingssäkerheten. Den främjar bördighet och markstruktur och motverkar växtsjukdomar. Vall, fång- och bottengrödor i växtföljden ökar jordens mullhalt. En mångsidig odling av olika grödor ökar också biodiversiteten hos mikrolivet i jorden.

Mullhalt som mått på jordhälsa

Mångfald bland organismerna i jorden ger en välfungerande nedbrytning och en effektiv näringsämnes-cirkulation och kolbindning. Dessutom är jordens motståndskraft mot olika sjukdomar och mot extrema förhållanden bättre, ju mångsidigare livet är under markytan.

Man kan främja mikrolivet i jorden både genom användning av bottengrödor och genom att välja många olika sorter i vallarna.

– Varje enskild gröda främjar olika slags markmikrober, så ju mer biodiversitet man har i växtligheten, desto större blir mångfalden bland markmikroberna. Mats brukar tala om entusiaster i USA som menar att det ska finnas minst sex och helst åtta sorter i fånggrödor och vallar för att man ska gynna markmikroberna så mycket som möjligt, säger Kackur.

Vallblandningarna på gården består nästan alltid av åtminstone timotej, ängsvingel, vitklöver, rödklöver och alsikeklöver.

– Ibland blandar vi också med rörsvingel för det stora rotsystemets skull. Det



På gården odlas också potatis i mindre skala. Veteran

luckrar på djupet och binder mycket kol, men problemet för vår del är att det lämnar torvor året efter som kräver extra jordbearbetning om vi ska ha potatis på det skiftet.

Jonas Kackur konstaterar att vallen är enormt viktigt för jordhälsan, inte minst genom att den bidrar till att höja mullhalten i jorden.

Det är de fleråriga vallväxternas kraftiga rotsystem som markant bidrar till att öka mullhalten då vallen bryts och växtresterna förmultnar.

– Egentligen kan man säga att mullhalten i jorden är ett direkt mått på jordhälsan. En högre mullhalt ökar tåligheten för både torka och skyfall och binder näringsämnen

all odling



traktorn är praktisk av flera orsaker - den ryms bra mellan fårorna och med sin lätta vikt minskar den risken för problem med markpackning.

bättre och mer långsiktigt. Utmaningen är att mullhalten minskar på många åkrar. Förr, då det var mer vanligt med djurhus-hållning, odlade man mer vall och gödslade med stallgödsel och byggde på så sätt upp mullhalten, men nu håller tidigare generationers arbete i det avseendet på att gå förlorat. Har man inte tillgång till stallgödsel ska man åtminstone försöka mylla ner så mycket halm och skörderester som möjligt, säger Kackur.

Jordbearbetning och markpackning

Som ekologiska odlare är Jonas Kackur och Mats Björklund i högre grad hänvisade

till markbearbetning för att hålla ogräset i schack än vad konventionella odlare är. Samtidigt är det ett faktum att ju mer man rör om i jorden, desto mer störs mikrolivet och ju mer man kör, desto mer riskerar man att packa jorden.

– Sett till växtföljden som helhet skulle jag säga att vi har mindre markbearbetning än på en renodlad spannmålsgård, men förstås gör vi större punktinsatser på vissa skiften vissa år, säger Kackur.

Han konstaterar att det naturliga för jorden är att vara täckt av ett växttäck. Lämnar man den bar lakas överflödiga näringsämnen ut och mikrolivet missgynnas.

– I vårt fall kan vi sällan låta ett skifte

med tröskad spannmål där vi har en bottengröda lämna helt obearbetat över vintern, för då får vi problem med kvickrot, men med en lätt bearbetning överlever en tillräcklig del av bottengrödan över vintern. Det gäller alltså att väga olika faktorer mot varandra då vi bedömer hur mycket vi ska bearbeta, säger Kackur.

Att så långt som möjligt försöka undvika markpackning är också ett sätt att främja en välmående jord.

– Mats och jag har hyfsat små och lätta traktorer – men det är ändå relativt. Min morfar körde med en som vägde på sin höjd två ton. En liten traktor idag väger sällan under fem ton, säger han.

Just i samband med gödselspridningen brukar frågan om markpackning komma upp. Björklund och Kackur låter göra det på entreprenad och entreprenörerna kör med väldigt stora maskiner. Visst kan man köra med dubbla hjul, men Jonas Kackur menar att det bara påverkar den ytliga markpackningen. Alven packas på djupet i alla fall.

– En ytlig markpackning kan man dessutom avhjälpa genom att plöja lite djupare, eller till och med bara om man får en bra vinter med djup tjäle, men markpackning djupt ner i alven kan bestå i årtionden.

Han konstaterar också att det här är ett område där olika praktiska och ekonomiska realiteter ställs mot varandra. Skulle de skaffa en liten fastgödselspridare och köra själva blev arbetet dyrare sett i arbetstid, samtidigt som det är svårt att kunna jämföra och räkna på vilka ekonomiska förluster markpackningen egentligen orsakar.

– Jag följer med intresse utvecklingen av små och lätta robotenheter som kan köras dygnet runt för sådd, gödsling, bekämpning och ogräshackning. Speciellt för grönsaksodlare tror jag att det här är något som småningom kommer, säger Kackur.

Reläodling sparar arbete

En metod som Jonas Kackur och Mats Björklund har testat med tillfredsställande resultat är reläodling. Det innebär att två grödor sås samtidigt och ger två skördar, vilket både är arbetsbesparande och främjar jordhälsan. I deras fall såddes korn och höstryps tillsammans. Kornet skördades



Jonas Kackur odlar ekologiskt spannmåls- och vallutsäde samt potatis i Östensö. Bakom sig har han en artrik vall som kommit igång bra efter vintern och bidrar till jordhälsan genom att främja biodiversiteten bland markmikroberna och bidra med mullämnen, då de stora rotsystemen förmultnar efter att vallen har brutits.

första hösten, medan höstrypsen övervinttrade och skördades andra året.

– Vi har bara provat en gång ännu och fick ganska dåligt utfall på höstrypsen, men det berodde sannolikt mest på torka vid sådden. En risk är också att tillväxtpunkten på rypsen kommer för högt upp, eftersom den konkurrerar med spannmålen om ljuset det första året. Det kan leda till sämre övervintring, säger Kackur.

Huvudgrödan sås något glesare, vilket ger något lägre skörd, men totalt sett vinner man ändå på reläodlingen.

– Man sparar mycket bränsle och arbete genom att få två skördar från en jordbearbetning och en sådd, säger Kackur.

På så sätt minskas jordbearbetningen och markpackningen. Marken är dessutom täckt av växtlighet över vintern och under första året främjas markmikroberna av två olika grödor på samma växtplats.

Text och foto: Johanna Granlund

HU söker tranbärsodlare för testprojekt

Sedan 2015 har man vid Helsingfors universitet odlat amerikanskt tranbär i tunnel.

Odlingarna har gett goda resultat och visat att det är möjligt att odla amerikanskt tranbär (*Vaccinium macrocarpon*) också på våra breddgrader.

Nu vill forskarna hitta yrkesodlare som kan ta inhemska, tunnelodlade tranbär till nästa nivå. Man söker odlare som har erfarenhet av tunnelodling och gärna också bordsodling. De odlare som anmäler sig har under sommaren möjlighet att följa med utvecklingen av tranbärsodlingarna på Vik via Instagram, eller per e-post.

Intresserade odlare får under vintern 2022–2023 utbildning av projektets fors-

kare. Under hösten ordnas också fältdag i Vik då det är möjligt att bekanta sig med hur tranbären växer, odlingsmetoderna för amerikanskt tranbär och samtidigt smaka på bären. Mera information om tidpunkt meddelas till intresserade senare.

Amerikanskt tranbär kan ge skörd redan andra året

Amerikanskt tranbär har större bär än vanliga inhemska tranbär (*Vaccinium oxycoccos*) och ger även rikligare skörd. Amerikanskt tranbär är förädlad för odling. I södra Finland mognar tranbären i tunnel i september-oktober, beroende på väderförhållandena. På friland hinner tranbären inte mogna i Finland, eftersom värmesumman blir för liten.

För kommersiell produktion kan ameri-

kanskt tranbär odlas i rännor över bord. De plockade bären håller sig fräscha i kylförvaring flera månader.

Under projektet i Vik har tranbären gödslats med långtidsverkande gödsel och bevattningen har skötts med droppbevattning med enbart vatten. Vissa snabbväxande arter ger skörd redan andra odlingsåret. Under projektet har tranbären konstaterats ge upp till fyra kg skörd per radmeter. Skotten har i tester klarat sig i kyla på upp till –20–30 grader och rötterna –10–15 grader.

Blev du intresserad? Anmäl dig genom att skicka dina kontaktuppgifter per e-post till: Jonna Pärssinen, jonna.parsinen@helsinki.fi, p. 044–9565095, eller Pauliina Palonen, pauliina.palonen@helsinki.fi

Odlingsmarkens krympande kollager är ett problem

CAP-stöden kan användas för att

I Finland är grönsakproduktionen koncentrerad till några få områden. På de bästa odlingsmarkerna har monokulturen pågått så länge att påverkat jordhälsan. Kollagret i marken minskar och även om man vidtar olika åtgärder det tar länge att bygga upp det igen.

Under de senaste årtiondena har man märkt att mängden kol minskat radikalt i kulturlagret i marken. En orsak till detta är övergången till ett jordbruk utan djur. Mineraljordarnas kollager har minskat med cirka 220 kg per hektar och år, enligt **Jaakko Heikkinens** doktorsavhandling (2013). I mineraljordarnas ytlager finns nu i genomsnitt 41-67 ton kol per ha beroende på jordart, odlingsväxt och område.

Vad betyder detta i praktiken för odlingen och växtskyddet? Går det att öka kolkhalten i kulturlagret genom att övergå till ekologisk odling? Är eko-odlingens krav sådana att de återställer den naturliga halten organiskt material i kulturlagret? Det är svårt att på några år rätta till sådant som är följden av årtionden av intensiv produktion.

Ett klimatsmart jordbruk kräver samtidiga åtgärder på flera fronter. Arbetsrutinerna måste utvecklas och undersökas så att man kan börja använda de mest ändamålsenliga odlingsmetoderna. Det är sådana metoder som både bygger upp markens kollager och tryggar en tillräcklig nivå på skörden. Forskningen ska utreda och förbättra sådana modeller som hjälper till att påvisa och noggrant mäta långvarig kollagering i marken.

Kolet finns i olika former

Vid markanalyser bestämmer man ofta mängden organiskt ämne med ett glödningsprov. Markprovet bränns och mängden organiskt ämne, som vanligen meddelas i procent, är den massa som försvunnit av den ursprungliga torrvikten. På så sätt kan man ganska noggrant uppskatta mängden kol i markprovet. Det går också att göra en grov uppskattning av mängdens organiskt ämne med blotta ögat, och det är vanligt då man vill bestämma mullhalten.

Tekniskt är det enkelt att uppskatta den totala mängden kol. Men ofta säger totalvärdet inte tillräckligt om markens kollager. Det behövs noggrannare

information om i vilken form kolet finns i marken. Det är viktigt att veta om kolet är löst eller fast bundet i föreningar, är det bundet till mineralpartiklarnas yta, i vilket jordlager det finns och så vidare. Då en procent av kolet faller sönder motsvarar det cirka 3000-6000 kg C/ha/år, vilket motsvarar de siffror som används för hur mycket som avgår från torvfält då man inventerar växthusgaser.

Omöjligt att tillföra tillräckligt med kol utifrån

För att upprätthålla kolsänkan med de rester som blir på åkern efter spannmål borde skörden vara 22-44 ton/hektar. På organiska jordar är det omöjligt att upprätthålla kolbalansen med tilläggskol, så därför måste odlingsåtgärderna rikta in sig på att minska avgången.

Möjliga åtgärder är bland annat att höja nivån på grundvattnet, att låta marken vara täckt med växtlighet och sval. Odlingsmarkerna är betydande kolsänkor, att upprätthålla dessa kräver kunskap och ansvarsfulla satsningar för framtiden. Det lönar sig alltså att försöka hitta goda lösningar och sprida dem.

Det finns ett tudelat samband mellan gödsling och markens kollager. För det första är tillräcklig, för växten anpassad gödsel en grundförutsättning för att nå den önskade skörden och ha nytta av växtsäsongens potential. Biomassan (torrvikt) är till cirka 40 procent kol.

Varje kilogram organiskt material kräver näringsämnen och mineraler i rätta proportioner, exempelvis fosfor behövs 3-4 mg/kg beroende på växtslag. Brist på olika näringsämnen gör tillväxten svagare och minskar på så sätt den mängd koldioxid som binds från atmosfären. Gödslingen har stor betydelse för hur mycket organiskt material som binds i fältet.

En del av det kol som tillförs blir till sist till lermineraler, en väldigt skyddad form. När mineralytorna har fyllts är marken mättad med kol. Kollagret kan ökas ännu efter det, men det kol som till-

Ogräs och jordhälsa

Den här artikeln ingår i en serie som produceras med bidrag från Nikolai och Ljudmila Borisoffs trädgårdsstiftelse.

förs faller sönder snabbare och kollagret sjunker snabbare.

Kolmättad jord

Kolmättnad uppstår ofta i ytskikten där tillförseln av kol är störst. Genom att rikta kolflödet till de djupare omättade markskikten, till exempel med hjälp av djupt rotade växter, kan man öka det totala kollagret. Ytskiktet av kolmättad jord kan också spådas ut genom bearbetning, och då blandas med kolfattig jord från djupare lager. Det här påverkar dock mikroorganismernas verksamhet och kan under vissa förhållanden kan ha en negativ helhetseffekt på jordhälsan och kolbindningen i marken.

Organiskt kol binds i marken på tre olika sätt: kemiskt genom att bilda föreningar med mineraler, fysikaliskt genom att ta skydd i lermineralerna samt biokemiskt genom att mikroberna bildar långkedjade kolföreningar och mikrobiell biomassa (Six et al. 2002). I lermineralerna är kolet skyddat från sönderfall och dessa föreningar bildar stabila aggregat. Lerjordarna kan därför lagra mer kol än de grova mineraljordarna.

Kol i grönsaksodling

Kolbalansen är speciellt utmanande vid odling av frilandsgrovsaker; utbudet av växter är stort, produktionsmetoderna varierar liksom jordarterna. Vissa växter odlas allmänt på torvåkrar, till exempel morot i sydvästra Tavastland. Det är knappt om forskning gällande effekterna av grönsaksodling.

Naturgödsel från boskap skulle vara ett mycket bra medel för att öka mängden organiskt material, men det finns många begränsningar i användningen. Det här är ett problem då liten tillförsel av kol kombi-

skapa balans vid grönsaksodling



Genom att låta morötterna övervintra i marken behålls marktäckningen också över vintern.

nerat med intensiv bearbetning som krävs på grönsaksodlingar ökar risken för att det organiska materialet minskar.

Kort tid med växttäckte och bar mark under vintern är två faktorer som i viss mån kan påverkas. Vinterodling av rotfrukter kan vara värt att pröva på. Jämförelsematerial finns gällande kålrot i Skottland och morot i Danmark.

Ettåriga växter och kol

Vid odling där växtföljden domineras av ettåriga växter försvinner det mer kol ur marken än då man odlar fleråriga växter (Heikkinen et al, 2013) Det här är negativt för grönsaksodlingens del.

Krav på att följa en given, rekommenderad växtföljd (ingår i flera certifierings-system) är sakta på kommande för grönsaksproducenter, en del partiaffärer kräver redan detta. En given växtföljd förutsätter också kunskap om hur växternas samspel

inverkar på kolbindningen och hur stabilt det är i marken. På grönsaksodlingar kan kol kanske tillföras till mättnadsnivån, men man måste åtminstone känna till den stabiliseringsnivå som är målet på de olika odlingsskiftena.

Brist på näringsämnen känner de flesta igen, men tillväxten har stannat upp redan långt innan det märks med ögat. Det samma gäller också växtsjukdomar som borde bekämpas preventivt, innan de uppstår. Organiskt material, mängden humus, fungerar som en buffert mot dessa problem.

Mängden organiskt material i marken har stor betydelse för bland annat markens vatten- och näringsämnesbalans samt för förmågan att binda kol. Organiskt material är markens lager för speciellt kväve, men också fosfor och svavel. Det hindrar också andra näringsämnen (K, Ca, MH) från att urlakas. Vid sidan av det här ökar och stärker det organiska materialet jordens

mikrober och därigenom också markens struktur och bearbetningsegenskaper, samt minskar risken för erosion. En bra marktstruktur i sin tur skyddar kolet från att falla sönder. En traditionell markanalys berättar hur mycket organiskt material det finns form av mullhalt eller glödningsförlust, en NIR-analys (Nära infraröd reflektans) kan berätta i vilken form det organiska materialet är. NIR-analyser används i första hand inom forskning.

Inom grönsaksproduktionen borde man kunna skapa sig en bild av om det alls är möjligt att nå en ökad kolbidning på 4 promille och hur radikala förändringar det skulle kräva. För att väga ta i bruk goda metoder för kolbalans (Heinonsalo, 2019 ja Lehtonen et al., 2021) behöver odlarna både information om odlingsteknik och om växtskyddsrisiker. När det gäller grönsaker har det här ännu inte undersökts hos oss.

EU:s jordbruksstöd 2023-27

Under EU:s nya CAP-period stöds också grönsaksodling med sådana åtgärder som är i linje med den miljövänliga jordbrukspolitiken. Jord- och skogsbruksministeriet bad på hösten om utlåtanden över det första utkastet till CAP-plan för Finland åren 2023-2027 och för programmets miljökonsekvenser.

Utkastet till CAP-plan innehåller de direkta stöden till jordbruket och de sektoråtgärder som finansieras via fonden för jordbruksstöd, samt de åtgärder för landsbygdsutveckling som finansieras ur jordbruksfonden. På webbforumet Lausunto.fi fick man in 467 förslag på åtgärder som borde stödas.

Ålands utvecklingsåtgärder ingår inte i detta utkast, de behandlades separat i en egen utlåtanderunda hösten 2021.

Understödda åtgärdsförslag

I åtgärdsförslaget för förbindelse för miljöstödd finns 11 olika alternativ, av vilka odlaren måste välja två. Nedan finns de viktigaste förslagen som upprepade gånger kommit fram i utlåtanden och som kan vara användbara vid odling av grönsaker.

1. Markförbättringsväxter finns fortsattningvis med i miljöstödsprogrammet. Det är bra, men minimitiden i utkastet är enligt många svar för kort, bara 2 månader, då växten kan sås först 30.6. och växtperioden får avslutas redan i slutet av augusti. Med den tidtabellen blir åtgärdens huvudmål-sättning, förbättrad jordhälsa, för liten, då saneringsväxternas rötter inte hinner bli fullstora och nå tillräckligt djupt. Markförbättringsväxter borde tas med i ekobestämmelsernas förteckning över växer som kan användas för marktäckning på vintern. Förslaget på en yta på 70 000 ha ansågs för litet.

2. För åtgärden Odling av fånggrödor borde man också sträva efter en större areal än nivån 2015. Också den gårdsvisa övre gränsen för åtgärden, nu max 30 procent av åkerarealen, borde höjas då åtgärden är en mycket central och populär åtgärd för miljöstödd. Det borde vara tillåtet att så fånggrödor till 15.9, för att åtgärden också skulle passa växter som skördas sent.

Fånggrödorna borde hållas kvar på åkern över vintern. Minimikravet på 6 veckor för växterna är för kort. Fånggrödan borde också vara täckande, det kunde övervakas med satellitfotografering som numera är möjligt.

3. Ett nytt åtgärdsförslag i miljöstödsprogrammet kunde vara mångsidig odlings-



Morötter skördas i slutet av november.

följd. Mångsidig odlingsföljd skulle vara bra speciellt för jordens växtkraft, växthälsa och naturens mångfald. En mångsidig växtföljd skulle åtminstone innehålla korta vallodlingar för att bryta av. På det här sättet kunde man få kolet att stanna i marken då det odlas grönsaker, även om det är en långsam process att öka mängden.

MTK poängterar ny teknik

I MTK:s förslag fäster man uppmärksamhet på att gårdarna uppmuntras att ta i bruk teknologi som förbättrar avkastningen och minskar miljöeffekterna. När det gäller teknologi är det viktigt att åtgärden utnyttjas så, att det också går att använda entreprenörer och samägda maskiner och anläggningar.

Åtgärden "Väderstation" borde ersättas med "Övervakning av miljön" där odlaren använder teknik som samlar information i realtid. Informationen gör det möjligt att utföra åtgärder då det är minst belastande för miljön. En väderstation, men också till exempel olika jordgivare kan användas, liksom fjärrövervakning av skadeinsekter.

Precisionsharvning kan delvis ersätta användningen av växtskyddsmedel. "Automatstyrd" harvning borde utvidgas till "Automatstyrd eller programmerad körning". Då blir åtgärden ekonomiskt möjligt för flera odlare. Också i den här åtgärden borde det vara möjligt att använda entreprenörer och samägda maskiner och anläggningar.

Text och foton: Marja Aaltonen, forskare, Naturresursinstitutet Luke

Källor:

Heikkinen, J., Ketoja, E., Nuutinen, V., & Regina, K. (2013). Declining trend of carbon in Finnish cropland soils in 1974–2009. *Global change biology*, 19(5), 1456–1469.

Heikkinen, J., Ketoja, E., Seppänen, L., Luostari-nen, S., Fritze, H., Pennanen, T., Peltoniemi, K., Velmala, S., Hanajik, P. & Regina, K. 2021. Chemical composition controls the decomposition of organic amendments and influences the microbial community structure in agricultural soils. *Carbon Management* 12: 359–376. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1947386>